

反射効果に関する実証の一考察

—— 高校生対象のアンケート調査を通して ——

中 村 勝 之

要旨

本稿では、高校生対象に実施したアンケート（5府県24校697名）をもとに、主成分分析を使ってプロスペクト理論で確認されている「反射効果」に着目した「感応度逓減性指標」を2種類計算し、その決定要因について実証的に検証する。その結果をまとめると以下の通りである。

- ・ 高校生の数学能力はリスク下の選択に関する判断力をはかる代理指標となる。そして第1主成分得点は数学の能力が高いほど低くなるのに対して、第2主成分得点は数学能力が高いほど高くなる。
- ・ 第1主成分得点に関しては、男子生徒に比べて女子生徒の得点が有意に高い。
- ・ いくつかの高校において、主成分得点に有意な違いがある。

1. はじめに

リスクのある状況下で利益が得られる場合に人はリスク回避的、すなわちより確実に利益が得られる方を選択する。他方、リスクのある状況下で損失を被る場合に人はリスク愛好的、すなわち、確率は低くとも損失の大きい方を選択する。これが、Kahneman and Tversky〔1979〕の先駆的研究から始まるプロスペクト理論において明らかとなった「反射効果」である。この現

この小論を長谷川彰先生に捧げます。

本稿作成にあたって、高校に直接出向いて大学の講義を披露する「出前講義」を行う機会に多く恵まれた。アンケートに協力していただいた生徒たち、および高校関係者にこの場を借りて深謝する。もちろん、本稿においてありうべきすべての誤りはすべて筆者の責任に帰するものである。

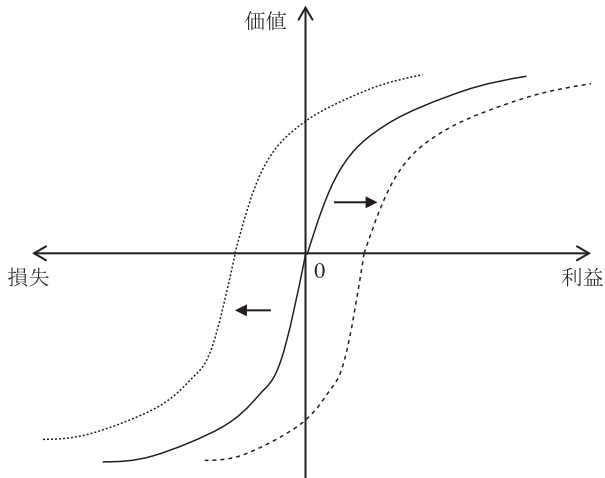
キーワード：プロスペクト理論、反射効果、主成分分析、数学能力、実証分析

象は、ある結果 x_i (利益もしくは損失) に対する効用 $u[x_i]$ に加重確率関数¹⁾ $\pi[p_i]$ (p_i は x_i が生起する確率) を乗じた「価値関数」,

$$V = \sum_{i=1}^n \pi[p_i] u[x_i],$$

が図1にあるようにS字型の形状になることで説明できる。すなわち、利益が得られる領域において価値関数は凹関数となってリスク回避的選択が好まれるのに対して、損失を被る領域においてはこれが凸関数となってリスク愛好的選択が好まれる。利益や損失に応じて価値関数の性質がこのように変化するため、期待効用理論と矛盾する選択が観察されるのである。もちろん、価値関数の性質は $u[x_i]$ の性質に決定的に依存し、利益(あるいは損失の絶対値)が大きくなるほどそこからの微小変化に対する価値の変化分が小さくなる「感応度逓減性」が前提となる。

図1 価値関数の性質



1) 当然、ありうるすべての結果に対して $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ であるが、加重確率関数で評価すると $\sum_{i=1}^n \pi[p_i] < 1$ 、すなわち劣加法性が仮定される。また確率 p_i が小さいときには $p_i < \pi[p_i]$ 、すなわち、結果 x_i の生起する確率が過大評価される。逆に p_i が大きいときには $p_i > \pi[p_i]$ 、すなわち、当該事象が生起する確率が過小評価される点が加重確率関数の大きな特徴の1つである。

こうした選択の食い違いはさまざまな形で語られることが多い。その代表的なものが「フレーミング効果」である²⁾(Kahneman and Tversky [1979], Tversky and Kahneman [1981, 86] など)。これは反射効果と同義で語られることもあるが、アンケート調査等で同じ内容をもつ質問であっても、その表現が変わるとそれに影響されて選択が食い違ってしまう現象のことである。Kahneman and Tversky [1979] では、フレーミング効果は「参照点」(図1では価値関数の凹性と凸性が入れ替わる境界点)からのずれとして説明される(図1参照)。ところが、Fischhoff [1983] はさまざまな形のアンケート調査を行ったが、参照点がどの程度ずれるのかを実証的に明らかにできなかった。これに対して藤井・竹村 [1998] は、2種類のアンケートにおいて、「リスクを強調した表現」「結果を強調した表現」「強調表現なし」という3パターンを実施し、強調表現の有無で選択がどのように変わるかを調べ(被験者は京都大学の教職員180名)、フレーミング効果よりも彼らが主張する「状況依存焦点モデル」³⁾の方が妥当することを明らかにした。またKrawczyk [2011] では、ワルシャワ大学での自身の講義において同一の問題に対して「加点方式」と「減点方式」の採点基準で受講生に最終試験(受験者数153人)を行い、試験終了後に受験生の得点予測を報告させる。そして受験者の得点予想と実際の得点との関係を調べた。その結果、2つの採点基準で受験生の成績と得点予測に有意な違いはなく、フレーミング効果が見いだせないことを明らかにした⁴⁾。

2) これ以外にも「選好の反転」があり、その典型例は以下の通りである。

たとえば、A(高確率、低配当)とB(低確率、高配当)という2つの「くじ」に対して、「どれを持ちたいか?」という質問に被験者の大半がAと回答する。これを効用関数で表現すると $u[A] > u[B]$ である。これに対して、「2つのくじを売却するとき、その最低価格は?」という質問に被験者の多くはBの価格を高く回答する。Pを売却時の最低価格としてこれを数式で表現すると、 $P[A] < P[B]$ となる。このように「持つ」基準と「売る」基準で選択が逆転する現象が選好の反転である。その概略についてはSeidl [2002] のサーベイ論文を参照。

3) これは、フレーミング効果の原因を参照点のずれではなく、結果に対する評価と不確実性への焦点の当て方が状況によって変わることにあるものである。その概略は竹村 [2007] を参照。

4) ただし、Krawczyk [2011] では反射効果が観察されなかったことを主張してい

一方、Li and Lui〔2008〕では、シンガポールの南洋理工大学の学生 200 人（男子 81 人、女子 119 人）に対するアンケート調査を通じて、リスクに対する選択とMBTI⁵⁾による性格診断結果との関係を調べている。そして彼らは、MBTIにおける 4 つの次元（心的エネルギー[EI]、情報[SN]、意思決定[TF]、ライフスタイル[JP]）のうち、SNとJPの次元がリスク下の意思決定に大きく影響していることを明らかにした。Dunegan〔2010〕は大学生 254 人に対するフレーミング効果を確認するアンケートと彼らの成績データ（GPA）とを結び付けて分析し、ネガティブフレームにおいてGPAの高い学生ほどフレームの影響を受けやすいことを明らかにした。この結果は、被験者の判断能力の代理指標としてGPAに代表される成績データが有用であることを示したという意味で興味深い。上市・楠見〔1998〕では東京都内の大学生 183 名（男子学生 90 人、女子学生 93 人）対象のアンケート調査をもとに共分散構造分析法による解析を行い、リスクに対する選択とパーソナリティ要因との関係をパス図によって明らかにした⁶⁾。豊田・川端・中村〔2007〕では、東京都内の大学生 424 名を対象としたアンケート調査をもとにIRT⁷⁾による被験者のリスク追求傾向の尺度化を行った。一連の研究は、アンケートの回答内容を別尺度に変換した上で検討を加えるという意味で興味深いものである。

そこで本稿では、高校生を対象に先行研究において典型的な反射効果が観察された質問に関するアンケートを実施し、その回答内容をもとに実証分析を行う。その際、これまでの先行研究を踏まえて以下のような手法を採用する。まずサンプルの回答内容をもとに主成分分析から主成分得点を計算す

る。だが、試験である限り質問には正解があり、アンケートのように正解がないわけではない。その意味では、採点方式というフレームの違いで得点結果に有意な差異があるかどうか、すなわちフレーミング効果があるかどうかと解釈した方が妥当だろう。

- 5) Myers-Briggs Type Indicatorの略で、国際規格による性格検査方法のこと。Li and Lui〔2008〕ではMBTI Step II (From K)を用いている。
- 6) この周回的議論は楠見〔2007〕による明快な解説がある。
- 7) Item Response Theory（項目応答理論）の略で、被験者の特性や（試験・成績などの）評価項目の難易度や識別力を計量的に測定する理論である。

る。そして、サンプルのリスクに対する判断能力の代理指標として数学能力を取り上げ、アンケートで数学のクイズ（付録参照）を回答してもらう。1問1点としてクイズの回答を得点化し、これをもとに主成分得点を被説明変数とする回帰分析を行う。本稿の構成は以下のとおりである。第2節では高校生対象に実施したアンケートの集計結果について概略する。第3節では主成分分析について概略するとともに推計モデルについて定式化し、第4節でその推計結果について考察する。最後に結論がまとめられる。

2. アンケート集計

本節では実証分析をする前に、アンケートの概要を示しておく。表1は、2012年11月～2013年12月までに5府県24の高校で実施したアンケー

表1 アンケート回収数とその内訳

高校	府県				単位：人
		1年生	2年生	3年生	合計
A	兵庫		77		77
B	兵庫	52			52
C	和歌山	9			9
D	大阪		4		4
E	大阪	8	6		14
F	大阪	3	25		28
G	香川	61			61
H	和歌山		40		40
I	和歌山			3	3
J	大阪			4	4
K	大阪	4	3	14	21
L	奈良	5	12		17
M	大阪		9	3	12
N	大阪		34		34
O	香川	26	29		55
P	大阪		18		18
Q	兵庫		57		57
R	和歌山	12			12
S	大阪	5			5
T	奈良	4	5		9
U	大阪	11			11
V	奈良		79		79
W	和歌山	53			53
X	和歌山	7	15		22
合計		260	413	24	697

トの回答数と各学年の内訳を示している。これまでの調査で1年生260名、2年生413名、3年生24名の合計697名のサンプルが得られた。付録にあるように、実施したアンケートは所持金（1万円と100万円）によって2つのパターンを設定（パターンAの回答数は350名、パターンBのそれは347名）し、さまざまな状況において2つの「くじ」を選択させる質問形式とした⁸⁾。実施形式は高校に直接出向いて大学の講義を披露する出前講義の時間（高校により40～90分）中の15分程度を使って実施した。

付録のアンケートを見れば分かる通り、設問は反射効果の有無が容易に確認できるように設定されている。たとえば状況Ⅰでは賞金がもらえる「くじ」の選択に関するものであり、状況Ⅱは状況Ⅰでの確率そのままに賞金を損失に置き換えている。以下状況ⅢとⅣ、状況ⅤとⅥで同様の設定にしている。プロスペクト理論にもとづけば、各設問における回答の予想は表2のようになる。状況Ⅰでは感応度逓減性から金額は少なくとも当たる確率を考慮して【くじB】、状況Ⅱでは損失は高くてもそれを回避できる可能性の高い【くじA】をそれぞれ選ぶ。状況Ⅲでは加重確率関数の性質（脚注1参照）から【くじB】、状況Ⅳでは状況Ⅱと同じ理由から【くじA】をそれぞれ選ぶ。そして状況Ⅴでは加重確率関数の性質から賞金の高い【くじA】、状況Ⅵでは損失の低い【くじB】をそれぞれ選ぶ。

これを踏まえて、高校生の回答状況を表3でまとめておく。状況ⅠではパターンAの67.9%（237名）、パターンBの62.4%（217名）の生徒が表2の予測通り【くじB】を選んだ。一方状況Ⅱでは、パターンAの53.3%（186

表2 アンケートの回答予測

くじ	状況Ⅰ	状況Ⅱ	状況Ⅲ	状況Ⅳ	状況Ⅴ	状況Ⅵ
A		○		○	○	
B	○		○			○

8) 正確には3種類のアンケートを実施した。1つ目は塚原・松崎〔2010〕の手法にしたがった割引要因の計算、2つ目は本稿で実証的に検証する「くじ」の選択、3つ目は数学のクイズである。1つ目のアンケートに関しては中村〔2013〕に結果がまとめられている。

表3 アンケート回答分布

単位：細字は人，**太字**は%

	I				II				III			
	A		B		A		B		A		B	
パターンA	106	30.4	237	67.9	156	44.7	186	53.3	137	39.3	208	59.6
パターンB	129	37.1	217	62.4	172	49.4	173	49.7	186	53.4	160	46
	IV				V				VI			
	A		B		A		B		A		B	
パターンA	184	52.7	160	45.8	189	54.2	154	44.1	177	50.7	165	47.3
パターンB	178	51.1	167	48	222	63.8	123	35.3	163	46.8	182	52.3

名)、パターンBの49.7% (173名)の生徒が予測と異なり【くじB】を選んだ。このことから、状況Ⅰ・Ⅱでは反射効果が観察されなかったことが分かる。次に状況Ⅲでは、パターンAの59.6% (208名)の生徒が表2の予測通り【くじB】を選んだが、パターンBの53.4% (186名)の生徒が予測と異なる【くじA】を選んだ。一方状況Ⅳでは、パターンAの52.7% (184名)、パターンBの51.1% (178名)の生徒が予測通り【くじA】を選び、パターンAで反射効果が観察された。最後に状況Ⅴでは、パターンAの54.2% (189名)、パターンBの63.8% (222名)の生徒が表2の予測通り【くじA】をそれぞれ選んだ。一方状況Ⅵでは、パターンBの52.3% (182名)の生徒が予測通り【くじB】、パターンAの50.7% (177名)の生徒が予測に反して【くじA】をそれぞれ選んだ。ゆえに、状況Ⅴ・ⅥにおいてはパターンBで反射効果が観察された。Kahneman and Tversky [1979]をはじめ、これまでの先行研究ではどのペアにおいても反射効果が確認されているが、高校生を対象とするとその一部(パターンAの状況Ⅲ・Ⅳ、パターンBの状況Ⅴ・Ⅵ)しか確認できなかった。

さて、ここまではこれまでの先行研究にしたがい回答数の単純比較を通じて反射効果の有無を判断してきた。だが、これは厳密には正しくない。なぜなら、確率や賞金(あるいは損失)の組合せによってくじの選択が異なるのは想像つくが、その背後に隠れたその人の判断基準は一貫しているはずだからである。だから、たとえば状況Ⅰにおいて【くじB】を選んだ人が状況Ⅱで【くじA】を選んでではじめて、その人に反射効果が観察されたと言わねば

ならない。同様に状況Ⅲで【くじB】、状況Ⅳで【くじA】を同時に選んだ人、そして状況Ⅴで【くじA】、状況Ⅵで【くじB】を同時に選んだ人、彼らにおいてプロスペクト理論の主張する反射効果が観察されたと判断しなければならないはずである。

そこで、アンケートにあった6つの状況を表2のようにⅠ・Ⅱ、Ⅲ・ⅣおよびⅤ・Ⅵの3つのペアに分け、それぞれにおいてプロスペクト理論の予測通りに選択した生徒を「感応度通減型」をよび、その生徒数を抽出した。その結果は表4に示されている。これを見ると、パターンAでは状況Ⅰ・Ⅱで29.5%（103名）、状況Ⅲ・Ⅳで33.5%（117名）、状況Ⅴ・Ⅵで25.8%（90名）の生徒が感応度通減型に該当した。だが、すべてのペアで一貫して感応度通減型の選択をした生徒はわずか10名（2.9%）であった。他方パターンBでは状況Ⅰ・Ⅱで31.3%（109名）、状況Ⅲ・Ⅳで25.6%（89名）、状況Ⅴ・Ⅵで31.6%（110名）の生徒が該当した。また、すべてのペアで一貫して感応度通減型の回答をした生徒はパターンAよりも少ない6名（1.7%）だった。

ちなみに、3つのペアそれぞれにおいて表2の予測とは逆のくじを同時に選んだ生徒を「感応度通増型」とよび、抽出した生徒数を表4に併せて示しておいた。これを見ると、パターンAでは状況Ⅰ・Ⅱで14.9%（52名）、状況Ⅲ・Ⅳで19.8%（69名）、状況Ⅴ・Ⅵで22.3%（78名）の生徒が感応度通増型に該当した。他方パターンBでは状況Ⅰ・Ⅱで19.0%（66名）、状況Ⅲ・Ⅳで27.9%（97名）、状況Ⅴ・Ⅵで14.7%（51名）の生徒が該当した。そしてすべてのペアで一貫して感応度通増型の回答をした生徒がパターンB

表4 一貫した回答の分布

単位：細字は人，太字は%

		Ⅰ・Ⅱ		Ⅲ・Ⅳ		Ⅴ・Ⅵ		Ⅰ～Ⅵ	
パターンA	感応度通減型	103	29.5	117	33.5	90	25.8	10	2.9
	感応度通増型	52	14.9	69	19.8	78	22.3	0	0
パターンB	感応度通減型	109	31.3	89	25.6	110	31.6	6	1.7
	感応度通増型	66	19	97	27.9	51	14.7	1	0.3

で1名いた。

総合的に判断すると、高校生においては感応度逓減型の選択をする生徒の割合は感応度増減型の選択をする生徒よりも高い⁹⁾。だが、①少なくとも1つのペアで感応度逓減型の選択をした生徒が約3割である、②すべてのペアで感応度逓減型の選択をした生徒がほとんどいない、そして③少なくとも1つのペアで感応度逓増型の選択をした生徒が約2割いる、という結果は反射効果が頑健な現象として観察されるわけではないことを示唆していよう。

3. 推計モデル

本節では本稿での推計モデルについて説明する。その前に、アンケートの回答内容から計算した主成分得点について触れておく¹⁰⁾。

まず、前節にしたがい6つの状況をⅠ・Ⅱ（以下、第1ペア）、Ⅲ・Ⅳ（以下、第2ペア）およびⅤ・Ⅵ（以下、第3ペア）の3つに分け、それぞれのペアについてサンプル i が感応度逓減型の回答をした場合は1点、感応度逓増型の回答をした場合は-1点、それ以外は0点と点数を割り振る。各サンプルに割り振られた点数ベクトル (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}) から、主成分負荷量を a_m ($m = 1, 2, 3$ はペアを区別する記号) として、 $p_i = a_1x_{i1} + a_2x_{i2} + a_3x_{i3}$ でサンプル i の主成分を定義する。ここから a_m に関する制約条件付き分散最大化問題、

$$\max_{a_m} \quad \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2,$$

$$\text{s. t.} \quad a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 = 1,$$

9) Li and Lui [2008] では、アジア疾病問題 (Tversky and Kahneman [1981]) のアンケートで反射効果（ここで言う感応度逓減型）を示した被験者の割合は33%，投資問題のアンケートでは37%であった。同じアンケートで逆の反射効果（ここで言う感応度逓増型）を示した被験者の割合は8%，投資問題のアンケートでは7%であった。その意味で本稿の結果はLi and Lui [2008] と同様であり、プロスペクト理論と完全に食い違う選択をする人は少ないといえよう。とは言え、本稿での感応度逓増型の割合はLi and Lui [2008] よりも高く、高校生のリスクに対する判断力が未熟であることが推察される。

10) 石村・石村 [2007] などに平易な解説がある。

をパターンごとに解く (\bar{p} は p_i の平均値, n はサンプル数)。その解 a_m^* が表5で示されており, これをもとに第1主成分得点,

$$score_i[c1] \equiv a_1^*(x_{i1} - \bar{x}_1) + a_2^*(x_{i2} - \bar{x}_2) + a_3^*(x_{i3} - \bar{x}_3), \quad (1)$$

を求めた。ここで c はパターンを区別する記号, \bar{x}_m は第 m ペアにおける点数の平均値である。以下これをパターン c を回答したサンプル i の「第1感応度逓減性指標」とよぶことにする。

次に, 上の問題をもとに $x'_{i1} \equiv x_{i1} - a_1^* p_i^*$, $x'_{i2} \equiv x_{i2} - a_2^* p_i^*$, $x'_{i3} \equiv x_{i3} - a_3^* p_i^*$ を計算 (p_i^* は先の問題で計算された a_m^* にもとづくサンプル i の第1主成分) し, ここから b_m を新たな主成分負荷量として各サンプルの第2主成分を $q_i \equiv b_1 x'_{i1} + b_2 x'_{i2} + b_3 x'_{i3}$ と定義する。そして, パターンごとに以下の制約条件付き分散最大化問題を解く (ただし, \bar{q} は q_i の平均値)。

$$\begin{aligned} \max_{b_m} \quad & \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2, \\ \text{s.t.} \quad & b_1^2 + b_2^2 + b_3^2 = 1. \end{aligned}$$

その解 b_m^* は表5で示されており, これをもとに第2主成分得点,

$$score_i[c2] \equiv b_1^*(x_{i1} - \bar{x}_1) + b_2^*(x_{i2} - \bar{x}_2) + b_3^*(x_{i3} - \bar{x}_3), \quad (2)$$

を求めた。以下これをパターン c を回答したサンプル i の「第2感応度逓減性指標」とよぶことにする。

なお, ペアごとの (a_m^*, b_m^*) の組合せを示した表5を見ると, 第1感応度逓減性指標の主成分負荷量は2つのパターンとも第2ペアが一番大きく, 第3ペアのそれがゼロとなっている。アンケート内容 (状況Ⅲ・Ⅳ) を踏まえ

表5 主成分負荷量

パターン	ペア	$score_i[1]$	$score_i[2]$
A	1	0.3612	0
	2	0.9325	0.0403
	3	0	0.9992
B	1	0.4997	0
	2	0.8662	0.0249
	3	0	0.9997

ると、第1感応度逓減性指標の数値が高いサンプルほど、賞金（あるいは損失）の生起する確率が高いときに感応度逓減型の選択ができると解釈できる。一方、第2感応度逓減性指標の主成分負荷量は2つのパターンとも第3ペアが1にきわめて近くなっている。アンケート内容（状況V・VI）を踏まえると、第2感応度逓減性指標の数値の高いサンプルほど、賞金（あるいは損失）の生起する確率が低いときに感応度逓減型の選択ができると解釈できる。

これら2つの指標の決定要因を検証するための推計モデルは以下のように定式化した。

$$score_i[ck] = \alpha_0 + \alpha_1 math_i + \sum_j \alpha_j D_j + u_i. \quad (3)$$

そしてこれを説明する変数として以下のものを選んだ。 $math_i$ は、サンプル*i*のアンケートで実施した数学のクイズの点数（5点満点）で、リスクに対する判断能力をあらわす代理変数とする。リスクのある状況において、その期待値を計算するのは判断材料の1つとなる。その意味で、クイズの点数の高い生徒はリスクに対してより熟慮するものと考えられ、係数 α_1 の符号はプラスとなると考えられる。そして D_j はダミー変数であり、ここでは学年、性別、高校を取り上げている¹¹⁾。最後に u_i は誤差項である。第1および第2感応度逓減性指標、そして数学のクイズの点数の記述統計量は表6にまとめられている。

表6 記述統計量

	サンプル数	平均	標準偏差	最小	最大
第1感応度逓減性指標	342	-8.76E-18	0.73437	-1.47674	1.11605
パターンA 第2感応度逓減性指標	342	-4.3E-17	0.695707	-1.08011	0.998906
数学能力	285	3.540351	1.382468	0	5
第1感応度逓減性指標	345	-3.6E-17	0.750761	-1.40812	1.323714
パターンB 第2感応度逓減性指標	345	5.79E-18	0.658264	-1.19496	0.854194
数学能力	282	3.542553	1.333912	0	5

11) 高校の立地する府県もダミー変数として加えて推計してみたが、有意な結果は得られなかった。

4. 推計結果

推計結果は表7および8（本稿末尾に掲載）にまとめられている。このうち表7は $score_i[c1]$ 、表8は $score_i[c2]$ 、それぞれの推計結果を表している。なお今回は、各指標に関して各パターンと全サンプルの3つに分けて推計を行い、当てはまりのいいものを取り上げている。

4. 1. 第1感応度逓減性指標

最初に表7から $score_i[c1]$ に関する3つの推計結果を見てみよう。第1にパターンAの推計結果を見ると、数学能力および高校ダミーを説明変数とするモデルでは数学能力の係数は有意ではない。これに対して、高校ダミーに関しては高校L, M, N, O, Q, U, Vの7校でプラス有意である¹²⁾。他方、数学能力および学年ダミーを説明変数とするモデルにおいて、いずれの係数もマイナス有意である。第2にパターンBの推計結果を見ると、数学能力および女子ダミーを説明変数とするモデルで当てはまりがよく、数学能力はマイナス有意で、パターンAと同様である。そして女子ダミーはプラス有意である。女子ダミーのみを説明変数とするモデルにおいてもプラス有意である。最後に全サンプルの推計結果を見ると、数学能力、女子ダミーおよび高校ダミーを説明変数とするモデルにおいて数学能力はマイナス有意で、各パターン個別の推計結果と同じである。女子ダミーもプラス有意でパターンBの推計結果と同じである¹³⁾。高校ダミーについては高校H, L, M, N, O, Q, V, Xの8校でプラス有意である。数学能力および高校ダミーを説明変数とするモデルも当てはまりがよく、数学能力はマイナス有意、高校ダミーは高校D, L, M, N, O, Q, U, V, Xの9校でプラス有意である。

12) 本稿では高校Fを基準として推計から除外している。その特段の理由はないが、当該高校は過去5年間に於ける本学への志願者累計が実施した24校の中で最多であった。

13) パターンAで女子ダミーのみを説明変数とするモデルでは、5%水準でプラス有意であることを確認している。

4. 2. 第2感応度逡減性指標

次に表8から $score_i[c2]$ に関する3つの推計結果を見てみよう。第1にパターンAの推計結果を見ると、数学能力および高校ダミーを説明変数とするモデルにおいて当てはまりがよかった。そこにおいて数学能力の係数はプラス有意で、 $score_i[c1]$ の推計結果と符号が逆転しており、その絶対値も大きくなっている。そして高校ダミーについては高校C、Qの2校においてマイナス有意である。他方、数学能力のみを説明変数とするモデルにおいてその係数はプラス有意である。第2にパターンBの推計結果を見ると、数学能力のみを説明変数とするモデルだけが当てはまりがよかった。係数はプラス有意でパターンAと同様である。最後に全サンプルの推計結果を見ると、数学能力および高校ダミーを説明変数とするモデルにおいて数学能力はプラス有意、かつ絶対値も大きく、各パターン個別の推計結果と同じである。高校ダミーについては高校C、Dの2校でマイナス有意である。そして高校ダミーのみを説明変数とするモデルも当てはまりがよく、高校C、D、Eの3校でマイナス有意、高校Rでプラス有意である。

4. 3. 考察

最後に、ここまでの推計結果について若干考察してみよう。

$score_i[c1]$ において、ほぼすべての推計で数学能力の係数がマイナス有意であった。これは、高校生においては数学能力の高さがあだとなって、生起する確率が高い事象に対して感応度逡減型の選択ができず、むしろ感応度逡増型の選択をする傾向にあることを意味する。一方、 $score_i[c2]$ に関してはすべての推計で数学能力の係数がプラス有意であった。これは、数学能力が高いほど生起する確率が低い事象に対して感応度逡減型の選択ができることを意味する。たとえば前節で指摘した通り、数学に対する理解度のある生徒は「くじ」の選択に当たってその期待値を計算しただろう。パターンAの第1ペアを見ると、【くじA】で期待される賞金（損失）は25（-25）万円、【くじB】のそれは22.5（-22.5）万円となり、これを判断材料にすると

【くじA-くじB】の組合せを選択するだろう。第2ペアにおいても同じ組合せになるだろう。ところが、この判断基準だと賞金が得られる場合は当たらない確率、損失を被る場合はそれを回避できる確率、それぞれが考慮されないことになる。こうしたことにより、 $score_i[c1]$ の推計において数学能力の係数がマイナスになったのかもしれない。他方パターンAの第3ペアを見ると、いずれのくじにおいて期待される賞金（あるいは損失）は13（-13）万円である。期待値が同じなので判断に迷ったのかもしれない。そこで賞金の高さ（および損失の小ささ）を基準に、すなわち【くじA-くじB】を選択しただろう。これは（結果的に）賞金の当たる（損失回避できる）確率が過大評価された選択である。こうしたことにより、 $score_i[c2]$ において数学能力の係数がプラスになったのかもしれない。

学年ダミーに関しては、 $score_i[A1]$ においてのみマイナス有意であった。今回の推計で学年ダミーの基準が2年生であることから、1年生の経験等の少なさを想起して1年生ダミーの係数がマイナスのであるのはごく自然であろう。これに対して3年生は2年生に比べて経験等を積むだろうし、進路選択というシビアな状況下にある。それを踏まえると3年生ダミーの係数はプラスになると考えるのが自然である。だが、マイナス有意であったことは3年生のサンプルにおいて経験等がリスクのある選択に活かし切れなかったことを示唆している。とは言え、学年ダミーが有意であったのが $score_i[A1]$ のみであることを考慮すると、総合的には学年の違いは推計結果に大きく影響しないと判断できよう。他方、女子ダミーについては $score_i[c1]$ のほぼすべての推計でプラス有意であった。これは、生起する確率の高い事象において女子生徒の方が男子生徒に比べてより感応度逓減型の選択ができることを意味している。ただし、 $score_i[c2]$ の推計では女子ダミーは有意ではなかったことを踏まえると、生起する確率の低い事象では選択の男女差がないことを意味している。

高校ダミーに関しては、パターンBを除き $score_i[ck]$ の推計で有意なものがあつた。該当する高校の中には立地する府県はもちろんのこと、普通科の

みを擁する高校、普通科のない高校、女子高など多岐にわたる。こうした高校の違いを表す指標としてまず考えられるのは偏差値であろう。ただ、これは高校入試時点の指標であり、既に高校での日常生活に慣れている生徒たちを適切に表現する指標にはなりにくいだろう¹⁴⁾。そう考えると、さまざまな学校行事や教員との関係性などから醸成される学風が（基準とした高校と比べて）明らかに異なっており、それが推計結果に影響したと思われる。

最後に、主成分分析を通じて計算した主成分得点 $score_i[ck]$ に対して有意な説明変数が異なる理由について2点指摘しておく。第1に、主成分はさまざまな要因を統合して新たな情報量として得られた指標である。本稿の文脈で言えば、第1主成分得点 $score_i[c1]$ が高校生のリスク、とりわけ生起する確率が高い事象への判断能力に関する情報を一番集約している。一方、第2主成分得点 $score_i[c2]$ は第1主成分で抽出できなかった判断能力、ここでは生起する確率が低い事象への判断能力に関する情報を集約した尺度であり、そこに含まれる情報量は $score_i[c1]$ と本質的に異なっている。ゆえに、 $score_i[c2]$ を決定する要因は $score_i[c1]$ の決定要因と異なると考えるのが自然である。第2に、どこまで主成分を抽出するかの1つの判断基準は計算された分散の累積寄与率が7～8割を超えることである。パターンAでは第2主成分までの累積寄与率は約71.2%で基準をクリアしているのに対して、パターンBでは68.1%であり基準を満たさなかった¹⁵⁾。こうした違いがパターン間における推計結果の違いに表れたと考えられる。

5. まとめ

本稿では、高校生対象に実施したアンケート（サンプルは5府県24校の697名）をもとに、主成分分析を通じて反射効果に着目した「感応度逓減性

14) 実際、アンケートを実施した24の高校における最新の偏差値を使って推計を行ってみたが、有意な結果は得られなかった。

15) そこで、これまでと同じ方法で第3主成分得点を計算し、その決定要因について推計してみた。しかし、ここで取り上げた説明変数で有意な結果は得られなかった。

指標」を2種類 ($score_i[c1]$ と $score_i[c2]$) 計算し、それぞれの決定要因について実証的に検証した。アンケート集計からは、

- ・ 回答数の単純比較からは、プロスペクト理論の主張に反して高校生においては一部の状況でしか反射効果が観察されない、
- ・ プロスペクト理論の主張通りの反射効果（感応度通減型）が観察された割合は全サンプル中の約3割にとどまる、
- ・ プロスペクト理論と逆の反射効果（感応度通増型）が観察された割合は全サンプル中の約2割である、

ことが明らかになった。他方、推計の際の説明変数に着目して結果をまとめると、以下の通りである。

- ・ 高校生の数学能力はリスク下の選択において彼らの判断能力をはかる代理指標となる。そして $score_i[c1]$ は数学の能力が高いほど小さくなる一方、 $score_i[c2]$ は数学の能力が高いほど大きくなる。
- ・ $score_i[c1]$ に関しては男子生徒に比べて女子生徒は有意に高いが、 $score_i[c2]$ に関しては男女による有意な差異が見られない。
- ・ いくつかの高校において $score_i[ck]$ に有意な違いがある。

今後の課題としては、アンケートの質問内容の改善があげられる。今回のアンケートはサンプルの最低限の属性（高校、学年、性別）と「くじ」の選択しか記入しなかった。そのため、女子ダミーや高校ダミーで有意な結果が得られたが、居住する府県や通う高校の特徴を浮かび上がらせる質問をアンケートに含められなかった。またアンケートを実施した高校では複数の「コース」が設定されているケースが多く、所属コースの違いを考慮できていなかった。こうしたことを検討しつつ、サンプル数をさらに増やす必要があろう。もう1つの重要な課題は、なぜ高校生においては反射効果がプロスペクト理論で確認されるほどには観察されなかったのかについてである。今回の推計はプロスペクト理論を検証するには不十分であり、とりわけ、高校生のどんな属性が一貫したリスク対応をさせないのかを明らかにする必要がある。この点については、アンケートの調査対象を高校生からさまざまな年

年齢層に拡張して実施する必要がある。

参考文献

- Dunegan, K. [2010], 'GPA and Attitude Framing Effects: Are Better Students More Sensitive or More Susceptive?' *Journal of Education for Business* **85** pp.239-247.
- Fischhoff, B. [1983], 'Predicting Frames'. *Journal of Experimental Psychology* **9** pp.103-116.
- 藤井聡・竹村和久 [2001] 「リスク態度と注意—状況依存焦点モデルによるフレーミング効果の計量分析—」 『行動計量学』 第28巻第1号 pp.9-17.
- 石村貞夫・石村光資郎 [2007] 『入門初めての多変量解析』 東京図書
- Kahneman, D. and A. Tversky [1979], 'Prospect Theory : An Analysis of Decision under Risk'. *Econometrica* **47** pp.263-291.
- Krawczyk, M. [2011], 'Framing in the Field. A Simple Experiment on the Reflection Effect'. *University of Warsaw Faculty of Economic Science Working Paper* No.14/2011 (54)
- 楠見孝 [2007] 「リスク認知の心理学」 子安増生・西村和雄 (編) [2007] 『経済心理学のすすめ』 有斐閣 第3章 (pp.69-89)
- Li, S. and C-J. Lui [2008], 'Individual Difference in a Switch from Risk-averse Preference for Gains to Risk-seeking Preference for Losses : Can Personality Variables Predict the Risk Preference?' *Journal of Risk Research* **11** pp.673-686.
- 中村勝之 [2013] 「高校生における割引要因の計測」 『桃山学院大学経済経営論集』 第55巻第3号掲載予定
- Seidl, C. [2002], 'Preference Reversal'. *Journal of Economic Survey* **16** pp.621-655.
- 竹村和久 [2007] 「意思決定過程の心理学」 子安増生・西村和雄 (編) [2007] 『経済心理学のすすめ』 有斐閣 第2章 (pp.45-68)
- 豊田秀樹・川端一光・中村健太郎 [2007] 「プロスペクト理論における「リスク追求」傾向のIRTによる尺度化の試み」 『教育心理学研究』 第55号 pp.161-169.
- 塚原康博・松崎慈恵 [2010] 「生涯にわたる消費行動」 千田亮吉・塚原康博・山本康弘 (編著) 『行動経済学の理論と実証』 勁草書房 第2章 (pp.18-28)
- Tversky, A. and D. Kahneman [1981], 'The Framing of Decision and the Psychology of Choice'. *Science* **211** pp.453-458.

Tversky, A. and D. Kahneman [1986], 'Rational Choice and the Framing of Decision'. *Journal of Business* **59** pp.251-278.

上市秀雄・楠見孝〔1998〕「損失状況におけるリスク行動の個人差を規定する要因：共分散構造分析法による検討」『日本リスク研究学会誌』第10巻第1号 pp.65-72.

(なかむら・かつゆき／経済学部准教授／2013年12月24日受理)

付録. アンケート

パターンA

アンケート②：リスクへの態度に関する調査

以下に示す状況に実際におかれたと考えるとお答えください。なお回答に正解はなく、周囲と相談せずに自分の思った通りにお答えください。

質問

あなたは手元に 100 万円持っているとします。あなたは、このうち半分（すなわち 50 万円）を使って「くじ」を買おうと考えています。以下の 6 つの状況でそれぞれ示される A, B の 2 つのくじのうち、あなたはどのくじを買いますか。買う方の「くじ」の記号（AあるいはB）に○をつけてください。なお「買わない」という選択はないものとします。

状況Ⅰ

- A. 25% の確率で 100 万円（75% の確率で 0 円）もらえるくじ
- B. 25% の確率で 60 万円, 25% の確率で 30 万円（50% の確率で 0 円）もらえるくじ

状況Ⅱ

- A. 25% の確率で 100 万円（75% の確率で 0 円）損をするくじ
- B. 25% の確率で 60 万円, 25% の確率で 30 万円（50% の確率で 0 円）損をするくじ

状況Ⅲ

- A. 80% の確率で 70 万円（20% の確率で 0 円）もらえるくじ
- B. 100% の確率で 50.1 万円（0% の確率で 0 円）もらえるくじ

状況Ⅳ

- A. 80% の確率で 70 万円（20% の確率で 0 円）損をするくじ
- B. 100% の確率で 50.1 万円（0% の確率で 0 円）損をするくじ

状況Ⅴ

- A. 20% の確率で 65 万円（80% の確率で 0 円）もらえるくじ
- B. 25% の確率で 52 万円（75% の確率で 0 円）もらえるくじ

状況Ⅵ

- A. 20% の確率で 65 万円（80% の確率で 0 円）損をするくじ
- B. 25% の確率で 52 万円（75% の確率で 0 円）損をするくじ

パターンB

アンケート②：リスクへの態度に関する調査

以下に示す状況に実際におかれたと考えてお答えください。なお回答に正解はなく、周囲と相談せずに自分の思った通りにお答えください。

質問

あなたは手元に1万円持っているとします。あなたは、このうち半分（すなわち5千円）を使って「くじ」を買おうと考えています。以下の6つの状況でそれぞれ示されるA、Bの2つのくじのうち、あなたはどのくじを買いますか。買う方の「くじ」の記号（AあるいはB）に○をつけてください。なお「買わない」という選択はないものとします。

状況Ⅰ

- A. 25%の確率で10,000円（75%の確率で0円）もらえるくじ
- B. 25%の確率で6,000円、25%の確率で3,000円（50%の確率で0円）もらえるくじ

状況Ⅱ

- A. 25%の確率で10,000円（75%の確率で0円）損をするくじ
- B. 25%の確率で6,000円、25%の確率で3,000円（50%の確率で0円）損をするくじ

状況Ⅲ

- A. 80%の確率で7,000円（20%の確率で0円）もらえるくじ
- B. 100%の確率で5,010円（0%の確率で0円）もらえるくじ

状況Ⅳ

- A. 80%の確率で7,000円（20%の確率で0円）損をするくじ
- B. 100%の確率で5,010円（0%の確率で0円）損をするくじ

状況Ⅴ

- A. 20%の確率で6,500円（80%の確率で0円）もらえるくじ
- B. 25%の確率で5,200円（75%の確率で0円）もらえるくじ

状況Ⅵ

- A. 20%の確率で6,500円（80%の確率で0円）損をするくじ
- B. 25%の確率で5,200円（75%の確率で0円）損をするくじ

アンケート③：クイズ

以下の5つのクイズの正しい答えの選択肢の記号を下の回答欄に書いて下さい。

問1 斜辺が5 cmの直角三角形の他の辺の長さの組合せは？

- ア 2 cmと3 cm イ 3 cmと4 cm ウ 4 cmと5 cm エ 5 cmと6 cm
オ 6 cmと7 cm

問2 $\frac{1}{2} \div \frac{2}{3}$ の答えは？

- ア 0.25 イ 0.33 ウ 0.5 エ 0.67 オ 0.75

問3 2次方程式 $x^2 + x - 6 = 0$ の答えは？

- ア -3と2 イ 3と-2 ウ 3と2 エ -3と-2 オ ± 3 と ∓ 2

問4 さいころを1回振るとき、出た目が3の倍数である確率は？

- ア $\frac{1}{6}$ イ $\frac{1}{5}$ ウ $\frac{1}{4}$ エ $\frac{1}{3}$ オ $\frac{1}{2}$

問5 2次関数 $y = -x^2 - 2x + 4$ の頂点の座標は？

- ア (2, 0) イ (1, -3) ウ (-1, 5) エ (-3, 2) オ (0, -4)

問1	問2	問3	問4	問5

An Examination on the Reflection Effect : Evidence from High School Students in Japan

NAKAMURA Katsuyuki

Abstracts

While individual's choices involving gains are usually risk-averse, choices involving losses are often risk-seeking. Kahneman and Tversky (1979) were named this phenomenon the 'reflection effect'. In this paper, we have conducted a survey of a typical prospect theory to 697 high school students in Japan. The data were scored as the 'first score of diminishing sensitivity' and the 'second score of decrease of sensitivity' using the principal component analysis. And we examine empirically for the determinants of this two scores. The results are as follow. First, math ability of the subjects is a proxy for measuring the decision making under risk. And while the 'first score of diminishing sensitivity' decreases with mathematical ability, the 'second score of diminishing sensitivity' increases with it. Second, high school girls have higher 'first score of diminishing sensitivity' than high school boys. Third, in some high schools a significant difference is observed in that two scores.